

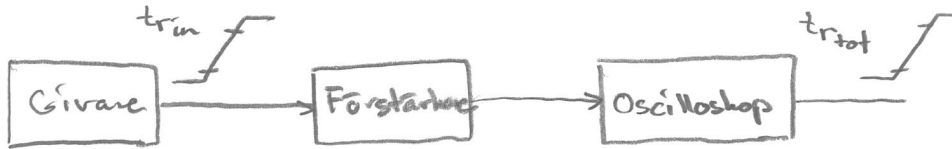
1b Ingen.



Oberoende av
kabelresistans!!

$$T_{\max} = 81 + 25 = 106^{\circ}\text{C}$$

3)



$$t_{r_{\text{först}}} = \frac{0,35}{B_{\text{först}}} = \frac{0,35}{30 \cdot 10^6} = 11,67 \text{ ns}$$

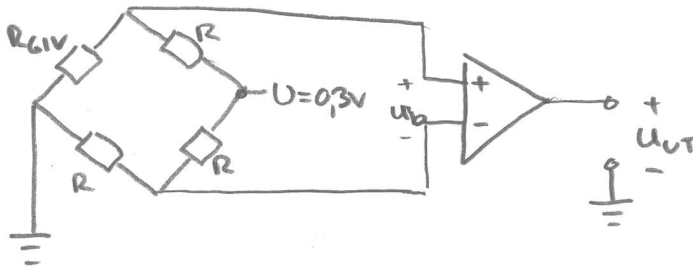
$$t_{r_{\text{osc}}} = \frac{0,35}{B_{\text{osc}}} = \frac{0,35}{50 \cdot 10^6} = 7,0 \text{ ns}$$

$$t_{r_{\text{tot}}} = 21 \text{ ns}$$

$$t_{r_{\text{tot}}}^2 = t_{r_{\text{in}}}^2 + t_{r_{\text{först}}}^2 + t_{r_{\text{osc}}}^2 \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{t_{r_{\text{in}}} = \sqrt{t_{r_{\text{tot}}}^2 - t_{r_{\text{först}}}^2 - t_{r_{\text{osc}}}^2} = 16,0 \text{ ns}}}$$

4)



$$R = 1000 \Omega$$

$$T = 40^\circ \text{C}$$

$$N_2 = 1000 \quad R_{GIV} = 1000(1 + 6,75 \cdot 10^{-3} T) = 1000 + 6,75 T = 1000 + 6,75 \cdot 40 =$$

$$= \underbrace{1000}_R + \underbrace{270}_{dR} \Omega$$

$$u_b = \frac{dR}{4R + 2dR} \cdot U = \frac{270}{4000 + 540} \cdot 0,3 = 17,84 \text{ mV}$$

$$u_{NM} = u_b = 17,84 \text{ mV}$$

$$u_{CM} \approx \frac{U}{2} = 0,15 \text{ V}$$

$$\underline{\underline{CMRR}} = \frac{\text{"SNR}_{ut}}{\text{"SNR}_{in}} = \frac{\frac{u_{UTNM}}{u_{UTCM}}}{\frac{u_{NM}}{u_{CM}}} = \frac{\frac{1}{0,01 \cdot u_{UTNM}}}{\frac{0,01784}{0,15}} =$$

$$= \underline{\underline{841}} = \underline{\underline{58 \text{ dB}}}$$

5 | Datainsamlingstid $T = 128 \mu s$
 Samplingshastighet $f_s = 125 \text{ kS/s}$
 Samplingsperiod $T_s = \frac{1}{f_s} = 8 \mu s$
 Datamängd $N = \frac{T}{T_s} = \frac{128}{8} = 16$
 Observations område $0 \leq k < \frac{N}{2} \Rightarrow 0 \leq k < 8$
 "Verklig" frekvens $f = k \frac{f_s}{N} = k \cdot \frac{125000}{16} = k \cdot 7812,5$

$$|Y(0)| = N \cdot A_0 \Rightarrow A_0 = \frac{|Y(0)|}{N} = \frac{5}{16}$$

$$|Y(k)| = N \frac{A_k}{2} \Rightarrow A_k = \frac{2|Y(k)|}{N}$$

k	$ Y(k) $	A_k	f [Hz]	arg Y(k)
0	5	$\frac{5}{16}$	0	
2	3	$\frac{3}{8}$	15625	0

$$\underline{\underline{y(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\frac{N}{2}-1} A_k \cos(2\pi k 7812,5 t) = \frac{5}{16} + \frac{3}{8} \cos(2\pi 15625 t)}}$$

6 | På oscilloskopskärmen: Periodtid $T_1 = 4 \text{ ms}$

Frekvens $f_1 = \frac{1}{T_1} = 250 \text{ Hz}$

Samplingshast $f_s = 50 \text{ kS/s}$

f_1 lägre än aktuella frekvenser $\Rightarrow$ Vikning har skett.

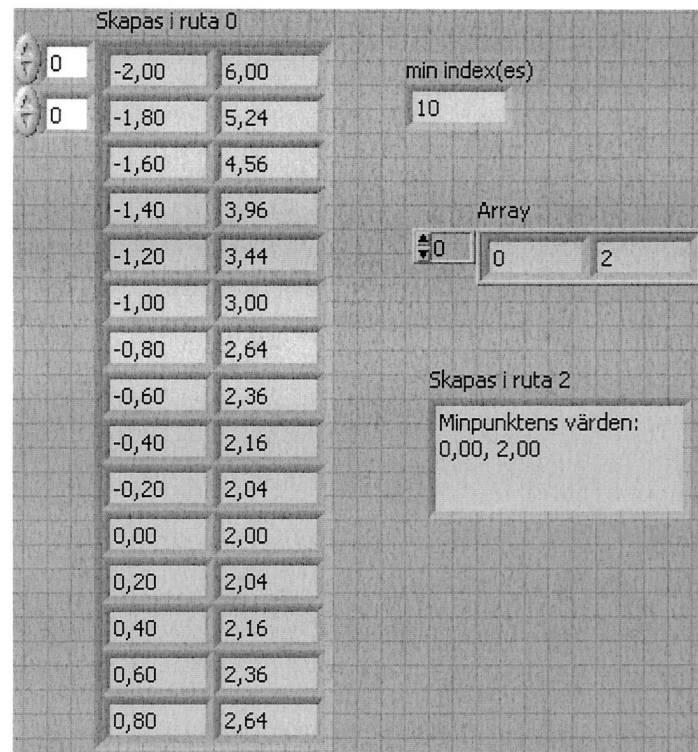
$f = m \cdot f_s \pm f_1$ tolkas som f_1 där m heltal

Tänkbara frekvenser på ultraljudssändaren

$$f = 50 \text{ kHz} \pm 250 \text{ Hz} = \begin{cases} \underline{\underline{49750 \text{ Hz}}} \\ \underline{\underline{50250 \text{ Hz}}} \end{cases}$$

$$f = 2.50 \text{ kHz} \pm 250 \text{ Hz} = \begin{cases} \underline{\underline{99750 \text{ Hz}}} \\ \underline{\underline{100250 \text{ Hz}}} \end{cases}$$

7. Resultatet av en programkörning visas i nedanstående figur.



- 8.
- Typ A = strängvariabel, Typ B = endimensionell array av flyttal och Typ C = logisk (boolesk) variabel. (3p)
 - Multimetern har GPIB-adressen 6. (1p)
 - De vänstra graferna plottar kontinuerligt spänning och ström. När det förinställda antalet mätpunkter är uppmätta kommer programmet att plotta mätdata i den högra grafen med spänning på x-axeln och ström på y-axeln. Samtidigt kommer en passad kurva att presenteras i denna graf. Den passade räta linjens parametrar kommer också att presenteras i respektive indikatorruta. Därefter kommer det upp en dialogruta som frågar om data skall lagras till fil. Om man svarar ja så dyker det upp ytterligare en dialogruta där man anger sökväg och filnamn för den fil som skall sparas. Därefter avslutas programmet. (4p)
 - Mätdata kommer att lagras i tre kolumner där varje rad innehåller samhörande värden på tid, ström och spänning (2p)

- 9.
- Passa mätserien till en rät linje och beräkna koefficienterna i den räta linjens ekvation. (3p)
Vi skall passa mätpunkterna till räta linjen
$$I = c_0 + c_1 U$$

För koefficientmatrisen C gäller:

$$C = \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \end{pmatrix} = (A^T A)^{-1} A^T M \quad A = \begin{pmatrix} 1 & U_1 \\ 1 & U_2 \\ 1 & U_3 \\ 1 & U_4 \\ 1 & U_5 \end{pmatrix} \quad M = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{pmatrix}$$

$$A^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ U_1 & U_2 & U_3 & U_4 & U_5 \end{pmatrix}$$

$$C = (A^T A)^{-1} A^T M = \begin{pmatrix} 5 & \sum_{i=1}^5 U_i \\ \sum_{i=1}^5 U_i & \sum_{i=1}^5 U_i^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^5 I_i \\ \sum_{i=1}^5 U_i I_i \end{pmatrix}$$

Insatta värden ger:

$$C = \begin{pmatrix} 5 & \sum_{i=1}^5 U_i \\ \sum_{i=1}^5 U_i & \sum_{i=1}^5 U_i^2 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^5 I_i \\ \sum_{i=1}^5 U_i I_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 10,09 \\ 10,09 & 20,3891 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 42,53 \\ 87,2313 \end{pmatrix} =$$

$$= \frac{1}{5 \cdot 20,3891 - 10,09^2} \begin{pmatrix} 20,3891 & -10,09 \\ -10,09 & 5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 42,53 \\ 87,2313 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -94,73 \\ 51,16 \end{pmatrix}$$

Räta linjens ekvation blir $I(U) = -94,73 + 51,16 \cdot U$ mA.

b. Beräkna den utvecklade effekten vid det högsta strömvärdet i mätserien. (1p)

Den utvecklade effekten blir $P = U \cdot I = 2,11 \cdot 13,48 \cdot 10^{-3} = 28,44$ mW.

c. Beräkna mätosäkerheten (täckningsfaktor $k=2$) i effektmätningen om vi antar att vi kan försumma slumpvisa fel i mätningen. (3p)

I manualen till multimetern kan man läsa att i området 100 mA är osäkerheten i form av säkra gränser $\pm (0,05 \% \text{ av avläst värde} + 0,005 \% \text{ av området})$. I manualen för datainsamlingskortet framgår det att i det aktuella mätområdet ± 5 V är osäkerheten ± 2 mV (säkra gränser).

Osäkerheter som är givna med säkra gränser kan vi anta vara rektangulärfördelade.

Svar: Effekten bestäms genom sambandet $P = U \cdot I$. Den totala mätosäkerheten $u_c(P)$

bestäms genom den sammanlagda osäkerheten vid indirekt mätning:

$$u_c^2(P) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial P}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) = \left[\frac{\partial P}{\partial U} \right]^2 u^2(U) + \left[\frac{\partial P}{\partial I} \right]^2 u^2(I)$$

$$\frac{\partial P}{\partial U} = I = 13,48 \cdot 10^{-3}, \quad \frac{\partial P}{\partial I} = U = 2,11$$

Osäkerheten för U var angiven med säkra gränser vilket ger

$$u^2(U) = \left(\frac{2 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} \right)^2 = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{3}$$

Osäkerheten för I var angiven med säkra gränser $\pm (0,05 \% \text{ av avläst värde} + 0,005 \% \text{ av området}) = \pm (0,05 \cdot 0,01 \cdot 13,48 \cdot 10^{-3} + 0,005 \cdot 0,01 \cdot 100 \cdot 10^{-3}) = \pm 0,012 \text{ mA}$ vilket ger

$$u^2(I) = \left(\frac{0,012 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}} \right)^2 = \frac{1,44 \cdot 10^{-10}}{3}$$

Sammantaget får vi nu:

$$u_c^2(P) = (13,48 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{3} + (2,11)^2 \cdot \frac{1,44 \cdot 10^{-10}}{3} = 4,56 \cdot 10^{-10} \Rightarrow u_c(P) = 2,14 \cdot 10^{-5}$$

Mätosäkerheten vid $k = 2$ blir slutligen $\pm 2u_c(P) = \pm 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ W} = \pm 0,043 \text{ mW}$
